

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-133401

(43)Date of publication of application : 28.05.1993

(51)Int.Cl.

F15B 9/09

G05D 7/06

G05D 16/20

(21)Application number : 03-294373

(71)Applicant : KAYABA IND CO LTD

(22)Date of filing : 11.11.1991

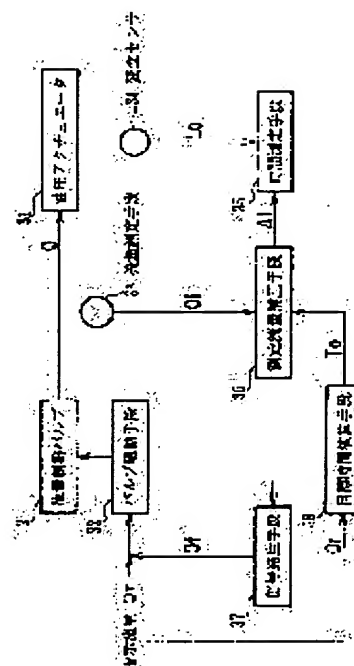
(72)Inventor : KAWASAKI HARUHIKO
NAITO KAZUHISA

(54) FLOW RATE CONTROL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform feedback control with high accuracy by correcting a measurement error in a flow sensor due to temperature change.

CONSTITUTION: This device is provided with a flow rate control valve 2 which is installed in a working oil passage of a hydraulic actuator 31 and opened/ closed according to a driving signal, a valve driving means 32 which drives the flow rate control valve 2 according to the preset directed flow rate Q_r and feedback flow rate Q_f , a flow measuring means 33 which measures flow rate Q_i of hydraulic oil of the control valve 2, and a displacement sensor 34 which measures displacement of the hydraulic actuator 31. Also, there are provided a time measuring means 35 which measures time ΔT taken until the output of the displacement sensor 34 has reached a prescribed displacement L_o , a means 38 which calculates target time T_o taken until the hydraulic actuator 31 has reached the prescribed displacement L_o based on the directed flow rate Q_r , a means 36 which corrects the measured flow rate Q_i according to the measured time ΔT and the target time T_o , and a means 37 which outputs the correction value to the valve driving means 32 as the feedback flow rate Q_f .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3138028

[Date of registration] 08.12.2000

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

08.12.2003

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3138028号
(P3138028)

(45)発行日 平成13年2月26日(2001.2.26)

(24)登録日 平成12年12月8日(2000.12.8)

(51)Int.Cl.⁷ 識別記号

F 1 5 B 9/09
11/04
G 0 5 D 7/06
16/20

F I

F 1 5 B 9/09
G 0 5 D 7/06
16/20
F 1 5 B 11/04

F
Z
A
A

請求項の数5(全10頁)

(21)出願番号 特願平3-294373
(22)出願日 平成3年11月11日(1991.11.11)
(65)公開番号 特開平5-133401
(43)公開日 平成5年5月28日(1993.5.28)
審査請求日 平成10年11月10日(1998.11.10)

(73)特許権者 000000929
カヤバ工業株式会社
東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界
貿易センタービル
(72)発明者 川崎 治彦
神奈川県相模原市麻溝台一丁目12番1号
カヤバ工業株式会社 相模工場内
(72)発明者 内藤 一久
神奈川県相模原市麻溝台一丁目12番1号
カヤバ工業株式会社 相模工場内
(74)代理人 100075513
弁理士 後藤 政喜 (外1名)

審査官 平瀬 知明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流量制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 油圧アクチュエータの作動油通路に介装され駆動信号に応じて開閉する流量制御バルブと、予め設定した指示流量及びフィードバック流量に応じてこの流量制御バルブを駆動するバルブ駆動手段と、前記流量制御バルブの作動油の流量を測定する流量測定手段と、前記油圧アクチュエータの変位量を測定する変位センサと、この変位センサの出力が所定の変位量に達するまでの時間を測定する時間測定手段と、前記指示流量に基づいて油圧アクチュエータが所定変位量に達する目標時間を演算する手段と、前記測定した時間と目標時間に応じて前記測定流量を補正する手段と、この補正値を前記バルブ駆動手段にフィードバック流量として出力する手段とを備えたことを特徴とする流量制御装置。

【請求項2】 前記変位センサが油圧アクチュエータの

所定区間の変位量を測定することを特徴とする請求項1記載の流量制御装置。

【請求項3】 前記変位センサが油圧アクチュエータの所定の単位区間毎の変位量を連続的に測定することを特徴とする請求項1記載の流量制御装置。

【請求項4】 前記補正手段が油圧アクチュエータの前回の測定時間に基づいて次回の変位時の測定流量を補正することを特徴とする請求項2記載の流量制御装置。

【請求項5】 前記補正手段が油圧アクチュエータの同一変位時の前の区間の測定時間に基づいて次の区間での測定流量を補正することを特徴とする請求項3記載の流量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、流量制御弁で油圧アク

チュエータの速度や位置をフィードバック制御する流量制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】流量制御バルブによって油圧アクチュエータの速度をフィードバック制御する装置として、図8に示すように、バルブコントローラ1は予め設定された指示流量 Q_r と、流量計3で測定された測定流量 Q_i とから、指示流量 Q_r と測定流量 Q_i に応じて流量制御バルブ2の開度を補正し、指示流量 Q_r と一致するようにフィードバック制御を行って油圧アクチュエータ4の速度を制御するものが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、作動油の温度又は粘度等が変化すると、同一のバルブ開度であっても実際の流量は変化し、また、流量計3の測定流量 Q_i も変化し、指示流量 Q_r が実際に油圧アクチュエータ4へ流入する実流量 Q と必ずしも一致しないために正確なフィードバック制御が行われないという問題が発生した。

【0004】そこで、本発明は、作動油の温度などの変化に伴う流量センサの測定誤差を補正し、実流量と測定流量を一致させて精度の高いフィードバック制御を行う。

【0005】

【課題を解決するための手段】第1の発明は図1に示すように、油圧アクチュエータ31の作動油通路に介装され駆動信号に応じて開閉する流量制御バルブ2と、予め設定した指示流量 Q_r 及びフィードバック流量 Q_f に応じてこの流量制御バルブ2を駆動するバルブ駆動手段32と、流量制御バルブ2の作動油の流量 Q_i を測定する流量測定手段33と、油圧アクチュエータ31の変位量を測定する変位センサ34と、この変位センサ34の出力が所定の変位量 L_0 に達するまでの時間 ΔT を測定する時間測定手段35と、指示流量 Q_r に基づいて油圧アクチュエータ31が所定の変位量 L_0 に達する目標時間 T_0 を演算する手段38と、測定した時間 ΔT と目標時間 T_0 に応じて測定流量 Q_i を補正する手段36と、この補正値を前記バルブ駆動手段32にフィードバック流量 Q_f として出力する手段37とを備える。

【0006】第2の発明は、前記変位センサ34が油圧アクチュエータ31の所定区間 L_0 の変位量を測定する。

【0007】第3の発明は、前記変位センサ34が油圧アクチュエータ31の所定の単位区間 L_0 毎の変位量を連続的に測定する。

【0008】第4の発明は、前記補正手段36が油圧アクチュエータ31の前の所定区間 L_0 の変位に要する測定時間 ΔT に基づいて次の変位時の測定流量 Q_i を補正する。

【0009】第5の発明は、前記補正手段36が油圧ア

クチュエータ31の所定の単位区間 L_0 毎の変位に要する時間を連続的に測定し、前の区間の測定時間 ΔT_{n-1} に基づいて次の区間での測定流量 Q_i を補正する。

【0010】

【作用】第1の発明は、油圧アクチュエータ31が所定の変位量 L_0 を変位するのに要した時間 ΔT と予め設定した指示流量 Q_r から演算した目標時間 T_0 に応じて測定流量 Q_i を補正して実際に油圧アクチュエータ31に供給した実流量 Q との誤差を排除し、この補正した測定流量 Q_i よりフィードバック流量 Q_f を算出してバルブ駆動手段32にフィードバック制御を加える。

【0011】第2の発明は、変位センサ34が油圧アクチュエータ31の所定区間 L_0 の変位量を測定し、この変位に要した時間を ΔT とする。

【0012】第3の発明は、変位センサ34が油圧アクチュエータ31の所定の単位区間 L_0 毎の変位量を連続的に測定し、単位区間 L_0 の変位に要した時間を ΔT とする。

【0013】第4の発明は、補正手段36が油圧アクチュエータ31の前の所定区間 L_0 の変位に要する測定時間 ΔT と目標時間 T_0 に基づいて次の変位時の測定流量 Q_i を補正する。

【0014】第5の発明は、補正手段36が油圧アクチュエータ31の所定の単位区間 L_0 毎の変位に要する時間を連続的に測定し、前の区間の測定時間 ΔT_{n-1} と目標時間 T_0 に基づいて次の区間での測定流量 Q_{in} を補正する。

【0015】

【実施例】以下、図面に従って本発明の実施例を説明する。

【0016】図2は第1の実施例を示し、2は油圧供給源21から供給される作動油の流量を制御する流量制御バルブ、3は流量制御バルブ2の下流に設置されて作動油の流量を測定する流量計、4は作動油の供給量に応じてロッド5を伸縮する油圧シリンダである。

【0017】6及び7は、ロッド5に近接して設けられたリミットスイッチで、所定の間隔 L_0 において固定され、ロッド5の先端が通過するとスイッチがオンになる。

【0018】1はバルブコントローラで、予め設定した指示流量 Q_r に応じて流量制御バルブ2を開閉駆動し、流量計3の出力信号から流量を測定し、また、リミットスイッチ6がオンになってからリミットスイッチ7がオンになるまでの時間 ΔT を測定し、実流量 Q に対する誤差を補正した測定流量 Q_i に基づいてフィードバック制御を行う。

【0019】この制御内容について、先に制御の理論に基づく概説を行い、次に具体的な制御を詳述する。

【0020】一般にバルブの同一開度に対する吐出流量は、作動油の使用温度、粘度により変化し、また、同一

流量に対する流量計3の検出力自身も作動油の使用温度、粘度、その他の外乱により変動する。すなわち、測

$$Q_i = Q_i(t^{\circ}, \rho)$$

ただし、 t° ：作動油温度

ρ ：作動油粘度

【0021】となり、測定流量 Q_i の測定値は作動油の温度と粘度の変化によって変化することが知られている。

【0022】ここで、油圧シリンダ4に作動油を供給してロッド5を伸長すると、リミットスイッチ6を通過してオンにした後、所定の長さ L_0 を移動してリミットス

$$L_0 = K_L \int_0^{T_0} Q \, dt$$

ただし、 K_L ：変位置換定数

T_0 ：変位時間

$$Q = Q_r$$

【0023】油圧シリンダ4の作動速度は常に実流量 Q に対応するため、上式において、測定流量 Q_i と実流量 Q が一致しないときにフィードバック制御を行うと、所定の変位置 L_0 の通過に要する時間は T_0 ではなくなり、この所定の変位置 L_0 に要した時間の变化から測定流量 Q_i と実流量 Q の差を知ることができる。

【0024】測定流量 $Q_i \neq$ 実流量 Q で既知の区間 L_0 の変位に要した時間を ΔT とし、一方、指示流量 $Q_r =$ 測定流量 $Q_i =$ 実流量 Q のとき L_0 を変位する時間を目標時間 T_0 とすると、 ΔT と T_0 とは次式のように異なる。

$$K_c = 1 + \frac{T_0 - \Delta T}{T_0} \times \alpha \quad \dots (3)$$

ただし、 α ：システム定数

【0026】次に、測定誤差を排除したフィードバック流量 Q_f は、測定流量 Q_i と補正定数 K_c より次式で示す

$$Q_f = K_c \times Q_i(t^{\circ}, \rho)$$

【0027】上記(4)式によりバルブコントローラ1は、指示流量 Q_r と実流量 Q が一致するようにフィードバック流量 Q_f を加えて流量制御バルブ2を開閉駆動すればよいので、上記(3)式及び(4)式より、測定流

$$Q_f = \left(1 + \frac{T_0 - \Delta T}{T_0} \times \alpha\right) \times Q_i(t^{\circ}, \rho) \quad \dots (5)$$

【0028】すなわち、測定流量 Q_i の実流量 Q との誤差を上記(5)式により補正したフィードバック流量 Q_f を指示流量 Q_r と一致させることにより、実流量 Q を指示流量 Q_r に一致させることが可能となる。

定流量 Q_i は、

【数1】

$$\dots (1)$$

スイッチ7をオンにする。指示流量 Q_r でロッド5が所定の速度で伸長するときに所定の変位置 L_0 の変位に要する所定の目標時間 T_0 とすると、所定の変位置 L_0 とバルブ流量 Q （以下実流量 Q とする）との関係は次式で表される。

【数2】

$$\dots (2)$$

なお、この L_0 は後述する(6)式のようにして指示流量 Q_r に基づいて算出する。

【数3】

$$T_0 - \Delta T \neq 0$$

【0025】そこで、測定流量 Q_i の実流量 Q との誤差を補正する定数として、次式に示す補正定数 K_c を算出する。

【数4】

とうりとなる。

【数5】

$$\dots (4)$$

量 Q_i を補正後のフィードバック流量 Q_f は、次式により決定される。

【数6】

【0029】なお、目標時間 T_0 の設定は、油圧シリンダ4の行程断面積 S とすると、 T_0 は前記(2)式から次式により求められる。

【数7】

$$K_L = \frac{1}{S}$$

(2) 式より

$$L_0 = \frac{1}{S} \times \int_0^{T_0} Q_r dt = \frac{1}{S} \times \left[Q_r \times t \right]_0^{T_0} = \frac{Q_r \times T_0}{S} \quad \dots (6)$$

したがって、

$$T_0 = \frac{L_0 \times S}{Q_r} \quad \dots (7)$$

【0030】以上の理論を適用した流量制御の一例を図3のフローチャートを参照して説明する。

【0031】バルブコントローラ1に指示流量 Q_r を設定してスタートさせると、バルブコントローラ1が指示流量 Q_r に応じて流量制御バルブ2を開弁して油圧シリンダ4に作動油を供給する。

【0032】指示流量 Q_r を読み込み、この指示流量 Q_r に基づいて、前記(7)式により目標時間 T_0 を算出する。(ステップ49、50)

【0033】ロッド5が伸長して先端がリミットスイッチ6を通過すると、この通過した時間 T_1 を検出するとともに時間の測定を開始し(ステップ51、52)、流量計3の出力を読み込む(ステップ53)。

【0034】ロッド5が所定の変位量 L_0 を移動するとリミットスイッチ7をオンにし、ステップ54において時間 T_2 を検出して、 L_0 の変位にかかった時間 ΔT を算出する(ステップ55)。

【0035】予め設定された指示流量 Q_r で、ロッド5が L_0 の変位に要する所定の目標時間 T_0 と、この算出した時間 ΔT から前記(3)式により測定流量 Q_i を補正する補正定数 K_C を算出し、前記(5)式からフィードバック流量 Q_f を算出する(ステップ56、57)。

【0036】ステップ57で算出したフィードバック流量 Q_f により、バルブコントローラ1は流量制御バルブ2を開閉制御して指示流量 Q_r を維持するとともに(ステップ58～61)、この指示流量 Q_r に基づく既知の目標時間 T_0 とステップ55で求めた ΔT とから測定流量 Q_i と実流量 Q の誤差を監視し、補正係数 K_C により測定流量 Q_i の誤差を補正してフィードバック流量 Q_f を設定し、また、指示流量 Q_r の変更があった場合にはステップ59、61で指示流量 Q_r の変化分 ΔQ に応じて再設定するというサイクルを繰り返してロッド5の変位速度を常時所定の速度に保持していく。

【0037】上記制御サイクルを繰り返すことにより、作動油の温度、粘度の変化や過負荷などの外乱による流量計3の測定誤差に影響されことなく精度の高いフィードバック制御が可能となり、常時所定の速度で油圧シリンダ4を駆動することができ、このため油圧機器の暖気運転が不要となって生産性を向上させることも可能となり、さらに経年変化に対しても信頼性の高い流量制御を行うことができる。

【0038】図4は、第2の実施例を示し、前記第1の実施例のリミットスイッチ6及び7に代わって油圧シリンダ4のストローク範囲を所定の間隔 L_0 で n 等分し、この所定の間隔毎に $n+1$ 個のデジタル式変位センサ8を設けたものである。このデジタル式変位センサ8は、例えばデジタル式ストロークセンサ等の位置検出器で構成され、ロッド5の先端の変位によってパルスが発生し、バルブコントローラ1にパルスを送り、その他の構成及び制御は前記第1の実施例と同様である。

【0039】ロッド5の伸長に伴って、図5で示すようにデジタル式変位センサ8は n_1 から順次パルスが発生し、前記第1の実施例と同様に所定の間隔 L_0 からなる各区間を変位する毎に、指示流量 Q_r のときに所定の間隔 L_0 を変位する所定の目標時間 T_0 と実際の変位に要した時間 ΔT_n を比較して測定流量 Q_i の誤差を補正してフィードバック流量 Q_f を算出している。

【0040】ここで、ロッド5の先端が $n=i$ 番目である n_i のデジタル式変位センサ8を通過すると、 ΔT_i の測定が開始される。このとき、流量制御バルブ2を制御するフィードバック流量 Q_{fi} は、 $n=i-1$ 番目である ΔT_{i-1} の区間で算出されたものであり、任意の区間 n におけるフィードバック流量 Q_{fn} は前記(4)式及び(5)式を基に次式より求められる。

【数8】

$$Q_{fn} = K_{cn-1} \times Q_{in-1} (t^{\circ}, \rho)$$

$$= \left(1 + \frac{T_0 - \Delta T_{n-1}}{T_n} \times \alpha\right) \times Q_{in-1} (t^{\circ}, \rho) \quad \dots (8)$$

【0041】したがって、連続した測定区間である所定の区間 L_0 を変位する時間 ΔT_n を順次測定し、各測定区間毎に補正係数 K_{cn} を算出し、測定流量 Q_{in} と実流量 Q_n との誤差を除去したフィードバック流量 Q_{fn} により流量制御バルブ2を制御するため、実流量 Q_n を指示流量 Q_r に常時一致させてロッド5を所定の速度で変位させることが可能となり、前記第1の実施例よりさらに精度の高い流量制御を行うことができる。

【0042】図6は第3の実施例を示し、前記第2の実施例のデジタル式変位センサ8に代わってアナログ式変位センサ9を用いて油圧シリンダ4のストローク範囲を所定の区間 L_0 で n 等分して変位量を連続的に検出するものであり、例えば、ポテンシオメータ等により構成される。その他の構成及び制御は前記第1の実施例と同様である。

【0043】ロッド5の伸長に伴って、図7で示すようにアナログ式変位センサ9は変位を検出し、バルブコントローラ1は所定の変位量である L_0 を算出し、前記第2の実施例と同様にしてロッド5がこの所定の区間 L_0 からなる各区間を変位する毎に、指示流量 Q_r のときに所定の区間 L_0 を変位する所定の目標時間 T_0 と実際の変位に要した時間 ΔT_n を比較して測定流量 Q_{in} の誤差を補正してフィードバック流量 Q_f を算出している。

【0044】ここで、ロッド5の先端が $n = i - 1$ 番目である $i-1$ 区間の位置を通過すると、 ΔT_i の測定が開始される。このとき、流量制御バルブ2を制御するフィードバック流量 Q_{fi} は、直前の区間である ΔT_{i-1} の区間で算出されたものであり、任意の区間 n におけるフィードバック流量 Q_{fn} は前記(8)式より求められる。

【0045】したがって、連続した測定区間である所定

の区間 L_0 を変位する時間 ΔT_n を順次測定し、各測定区間毎に補正係数 K_{cn} を算出し、測定流量 Q_{in} と実流量 Q_n との誤差を除去したフィードバック流量 Q_{fn} により流量制御バルブ2を制御するため、実流量 Q_n を指示流量 Q_r に常時一致させてロッド5を所定の速度で変位させることが可能となり、さらに所定の区間 L_0 を微小変位量とすることにより、前記第2の実施例よりさらに精度の高い流量制御を行うことができる。

【0046】なお、上記実施例において、油圧シリンダ4による直線の変位を測定する例を示したが、油圧アクチュエータであれば上記実施例と同様の制御を行うことができ、例えば、図示はしないが、油圧アクチュエータとして油圧モータを使用し、変位センサとしてロータリーエンコーダを使用した場合には、前記実施例の所定の長さ L_0 に代わって所定の回転角度 θ_0 を用い、指示流量 Q_r のとき θ_0 回転するのに要する目標時間 T_0 と実際の変位に要した時間 ΔT との差から補正定数 K_c を求め、測定流量 Q_i を補正して求めたフィードバック流量 Q_f でフィードバック制御を行うことにより、上記実施例と同じく指示流量 Q_r と実流量 Q を一致させて常時所定の速度で油圧アクチュエータを駆動することが可能となる。

【0047】また、上記実施例において、流量計3を流量制御バルブ2の後段に設けたが、図示はしないが流量制御バルブ2に流量計を備えることにより、油圧回路の構成を簡易にすることができる。

【0048】すなわち、流量制御バルブ2の弁差圧を圧力センサにより検出し、弁開口面積をバルブコントローラ1で検出することにより、測定流量 Q_i は次式により求められる。

【数9】

$$Q_i = C A(x) \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}$$

ただし、 C : 流量係数 = $C(t^{\circ}, \rho)$

$A(x)$: 弁開口面積

ΔP : 弁圧差

【0049】この測定流量 Q_i を上記実施例と同様に処理することにより、簡易な構成でありながら、指示流量 Q_r と実流量 Q を一致させることが可能となる。

【0050】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、油圧アクチュエータが指示流量 Q_r のときに所定の区間 L_0 を変位するのに要する所定の目標時間 T_0 と実際の変位に要し

た時間 ΔT との差から補正係数 K_c を用いて測定流量 Q_i の実流量 Q との誤差を排除し、フィードバック流量 Q_f を設定して流量制御バルブにフィードバック制御を行うため、作動油の温度、粘度の変化や過負荷などの外乱に影響されることなく精度の高い流量制御が可能となり、常時所定の速度で油圧アクチュエータを駆動することができ、このため油圧機器の暖気運転が不要となって生産

性を向上させることも可能となり、さらに経年変化に対しても信頼性の高い流量制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のクレーム対応図である。

【図2】本発明の実施例を示す構成図である。

【図3】制御のフローチャートである。

【図4】他の実施例を示す構成図である。

【図5】出力パルスと時間との関係を示す図である。

【図6】他の実施例を示す構成図である。

【図7】変位と時間の関係を示す図である。

【図8】従来の実施例を示す構成図である。

【符号の説明】

1 バルブコントローラ

2 流量制御バルブ

3 流量計

4 油圧シリンダ

6 リミットスイッチ

7 リミットスイッチ

31 油圧アクチュエータ

32 バルブ駆動手段

33 流量測定手段

34 変位センサ

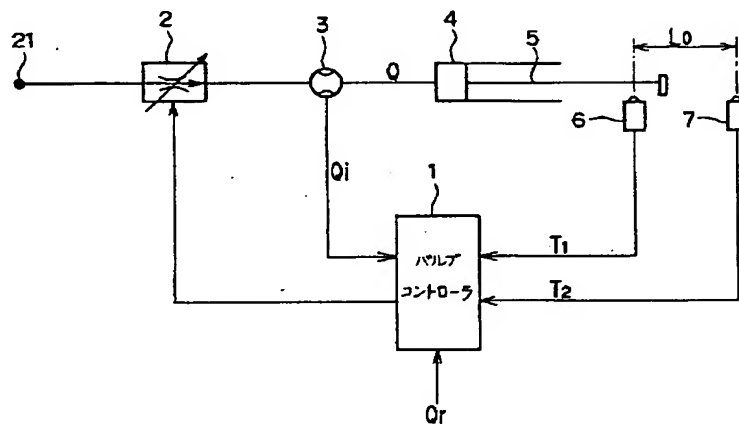
35 時間測定手段

36 測定流量補正手段

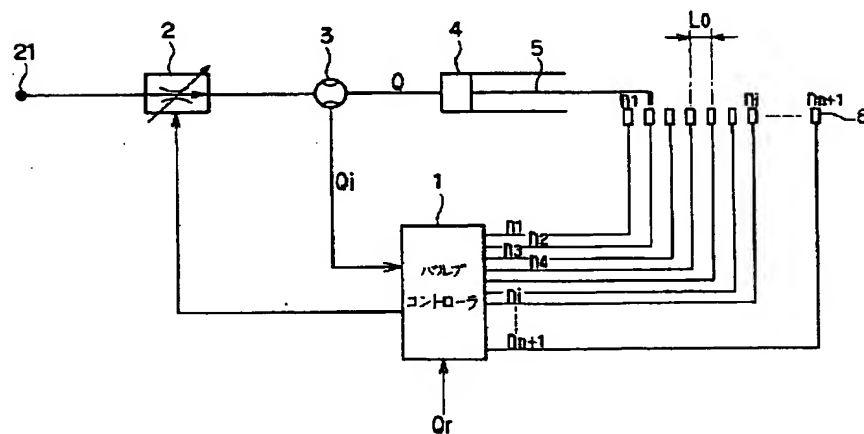
37 信号発生手段

38 目標時間演算手段

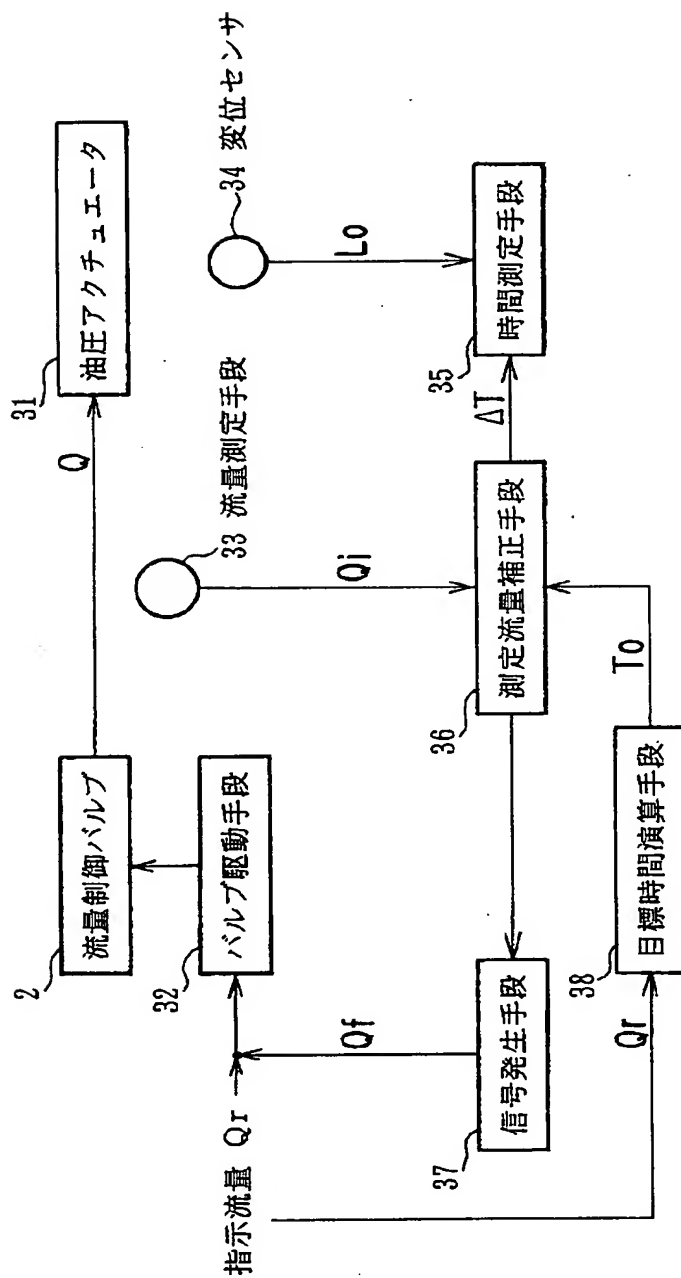
【図2】



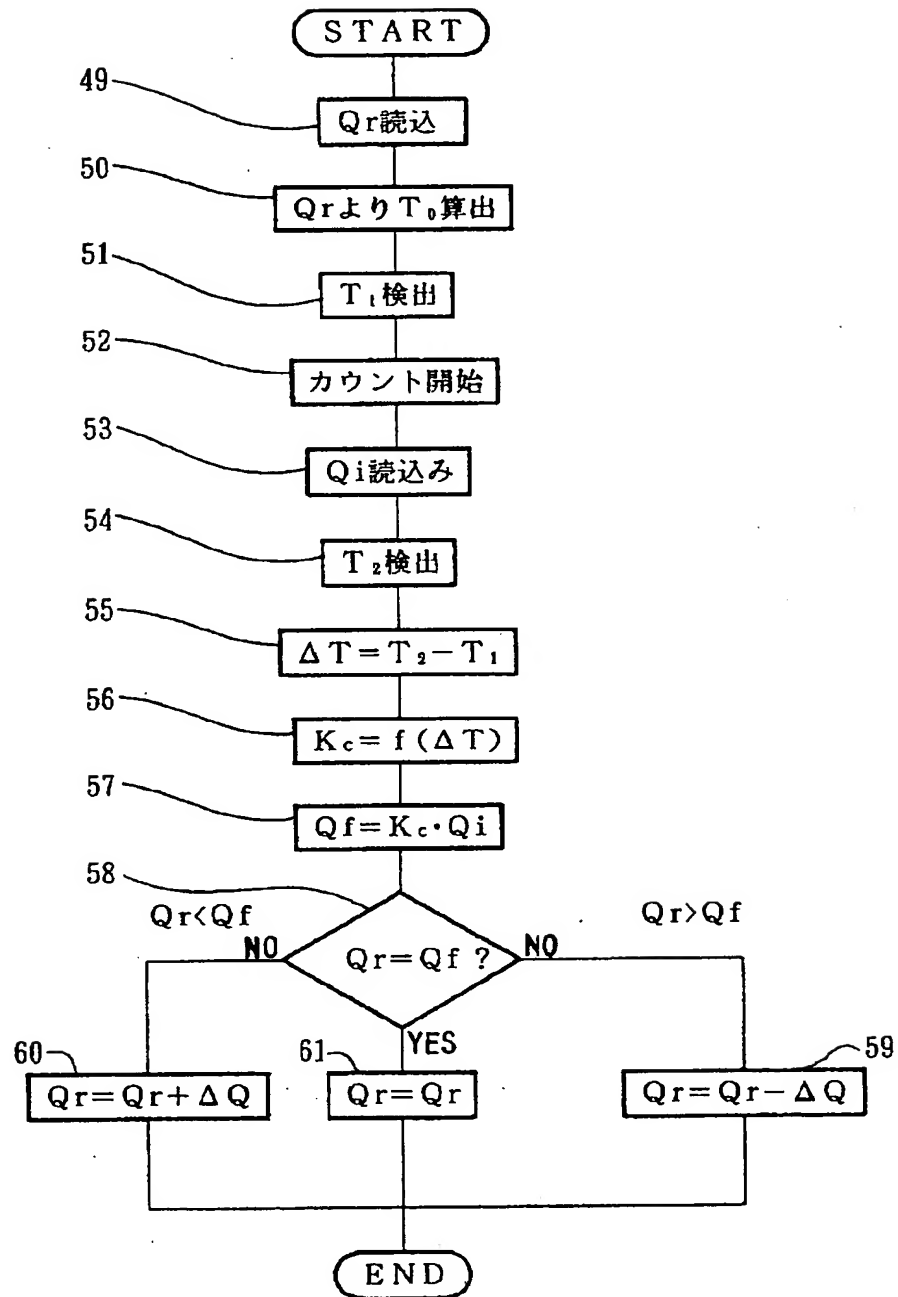
【図4】



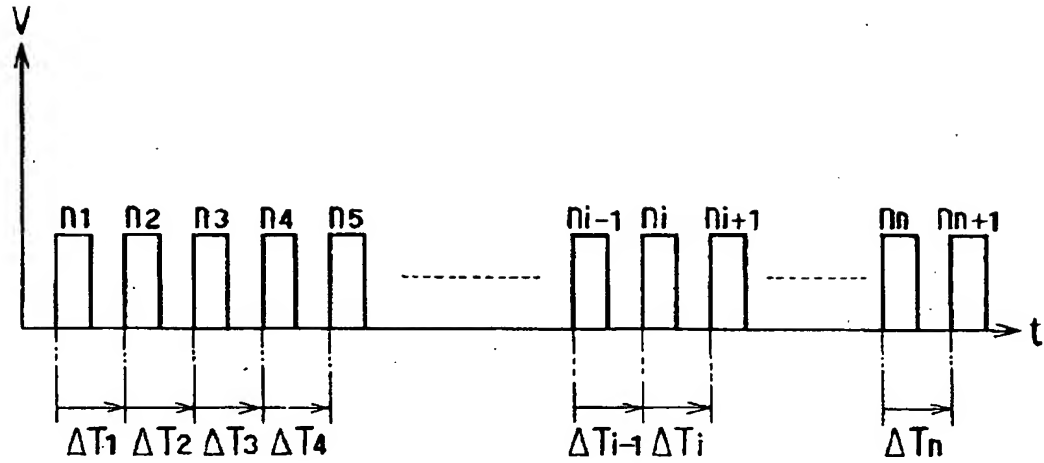
【図1】



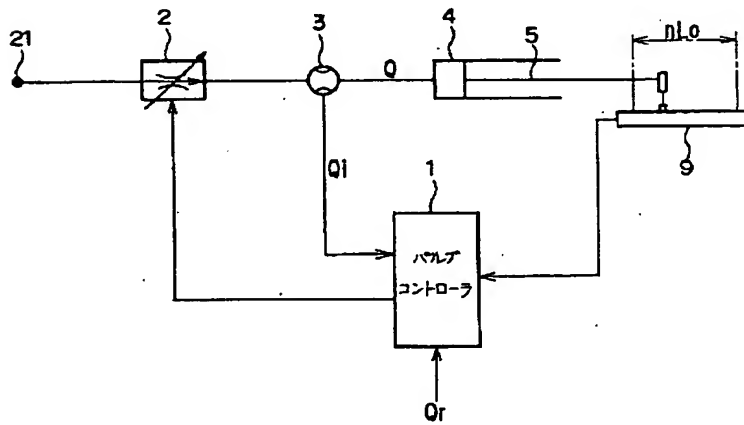
【図3】



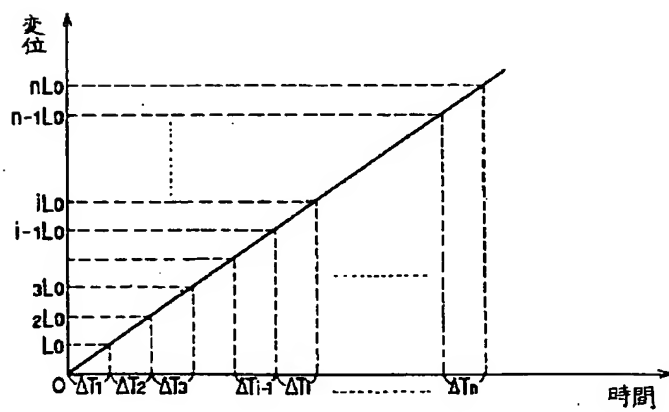
【図5】



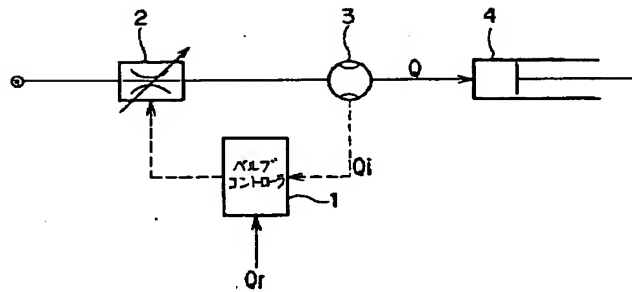
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56) 参考文献 特開 平2-93101 (JP, A)
 特開 昭57-116911 (JP, A)
 特開 平2-190601 (JP, A)
 特公 平1-32367 (JP, B2)

(58) 調査した分野(Int. Cl. 7, DB名)

F15B 9/09
 F15B 11/04
 G05D 7/06
 G05D 16/20

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**